

20

Circular
TécnicaCampinas, SP
Dezembro, 2012

Autores

Gustavo Bayma Siqueira da Silva
Geógrafo, Mestre em
Sensoriamento Remoto, analista
da Embrapa Monitoramento por
Satélite, Campinas, SP
gustavo.bayma@embrapa.br

Lays Caroline Negri de Souza
Graduanda em Eng^a Ambiental,
PUC-Campinas, estagiária da
Embrapa Monitoramento por
Satélite, Campinas, SP
lays.souza@colaborador.embrapa.br

Sandra Furlan Nogueira
Engenheira Agrônoma, Doutora
em Química na Agricultura
e no Ambiente, pesquisadora
da Embrapa Monitoramento por
Satélite, Campinas, SP
sandra.nogueira@embrapa.br



Proposta metodológica para a geração de modelo de elevação digital a partir de cartas topográficas: uma abordagem no contexto do projeto GeoDegrade

Introdução

A proposição do uso de ferramentas como o sensoriamento remoto (SR) integrado com os sistemas de informações geográficas (SIGs) traz consigo o aspecto da inovação e eficiência. Essa combinação possibilita que novas informações dos diferentes alvos da superfície terrestre sejam geradas de maneira sinóptica e com custo relativamente baixo em relação aos métodos tradicionais (PONTES et al., 2005; SÁ, 2004).

O geoprocessamento tem como objetivo principal fornecer instrumentos computacionais para a determinação da evolução espacial e temporal de um fenômeno geográfico e das interrelações entre os diferentes fenômenos (ASSAD; SANO, 1998). Entre as informações possíveis de serem geradas pelas técnicas de SR e geoprocessamento, podemos citar as informações de altimetria do terreno, que, por sua vez, resultam em outra importante informação, que são as classes de declividade e o consequente modelo digital de elevação (MDE).

O projeto GeoDegrade tem como objetivo desenvolver geotecnologias para a identificação e o monitoramento de níveis de degradação em pastagens, sendo que um dos métodos contemplados no projeto é a integração de plataformas de informações de variáveis biofísicas. Por meio da sobreposição do MDE e suas informações intrínsecas (classes de declividades, comprimento das vertentes e áreas das vertentes) às demais plataformas de informação (mapa de solo, uso e cobertura vegetal e balanço hídrico da região) é possível descrever o potencial de erodibilidade do solo e sua influência nos processos de degradação das pastagens.

Neste contexto, esta Circular Técnica tem o objetivo de descrever os procedimentos adotados para a geração do MDE da sede do Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios (PRDTA) do Vale do Paraíba, em Pindamonhangaba, SP, uma das fazendas avaliadas pelo projeto GeoDegrade.

Materiais e métodos

As cartas topográficas, na escala 1:10.000, referentes à área de estudo, localizada em Pindamonhangaba, SP, foram elaboradas pelo Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo e adquiridas junto ao acervo do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). São elas: Pindamonhangaba II (SF-23-Y-B-VI-3-SO-C), Fazenda Campos de Pinhão (SF-23-Y-B-VI-3-SO-E), Cidade Nova (SF-23-Y-B-VI-3-SO-D) e Goiabal (SF-23-Y-B-VI-3-SO-F). Essa é uma área de estudo do projeto GeoDegrade e está localizada entre as latitudes 22°55'50''S e 22°59'34''S e longitudes 45°25'02'' e 45°37'45'' (Figura 1)

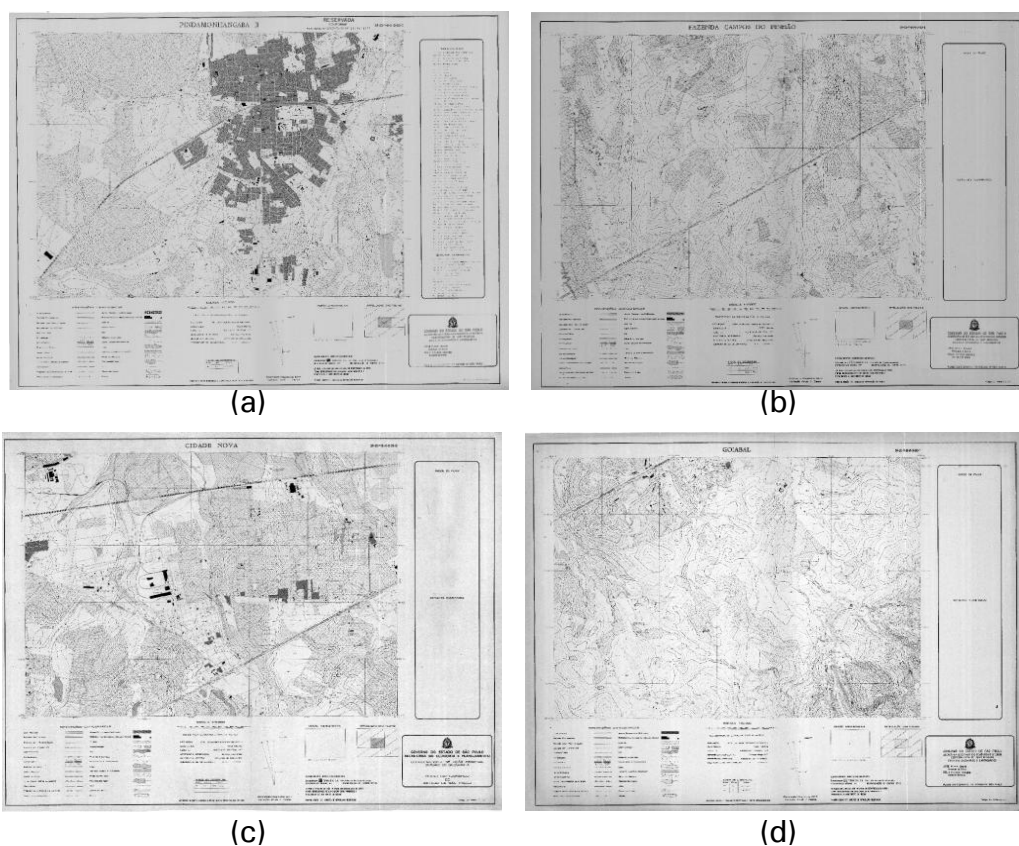


Figura 1. Cartas topográficas, na escala 1:10.000, da área de estudo: a) Pindamonhangaba II (SF-23-Y-B-VI-3-SO-C), b) Goiabal (SF-23-Y-B-VI-3-SO-F), c) Fazenda Campos de Pinhão (SF-23-Y-B-VI-3-SO-E) e d) Cidade Nova (SF-23-Y-B-VI-3-SO-D).

As cartas topográficas foram digitalizadas no escâner disponível no Laboratório de Pesquisa e Inovações Geoespaciais da Embrapa Monitoramento por Satélite. Após serem digitalizadas, elas foram georreferenciadas usando o aplicativo ArcMap. O georreferenciamento tem início com a habilitação da extensão **Georeferencing** e escolha do botão **Add control points**, delimitado em vermelho (Figura 2). Para inserir as coordenadas das cartas, deve-se clicar com o botão direito no local escolhido, clicar em **Input X and Y** e digitar o valor da longitude em X e da latitude em Y (Figura 3).

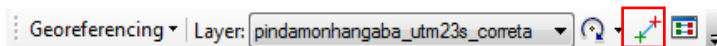


Figura 2. Extensão Georeferencing, utilizada para a inserção dos pontos de controle para o georreferenciamento da carta topográfica.

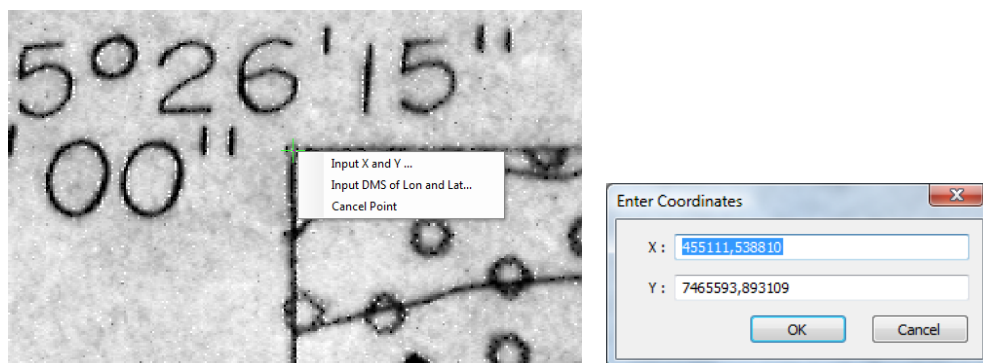


Figura 3. Inserção das coordenadas geográficas na carta topográfica usando o aplicativo ArcMap.

Digitalização das informações contextuais da topografia do terreno

As cartas topográficas fornecem, principalmente, quatro tipos de informações que são de fundamental importância para a geração do modelo de elevação digital da área de estudo, sendo: curvas de nível; rede hidrográfica; lagos/lagoas e pontos cotados. Estas informações são representadas em meio digital na forma de linhas (curvas de nível e rede hidrográfica); polígonos (lagos e lagoas) e pontos (pontos cotados).

Criando os planos de informação

O primeiro passo para a digitalização das informações em ambiente ArcGIS é criar os planos de informação (*shapefile*) no aplicativo ArcCatalog (). Na Figura 4, é possível observar a interface do aplicativo. O processo de criação do plano de informação deve ser desenvolvido da seguinte forma: Clique com o **botão direito do mouse (na pasta onde vai ser criado)** > **New** > **Shapefile**. Será aberta a janela **Create New Shapefile**, onde, no campo **Name**, o usuário deverá selecionar o nome desejado para o plano de informação; em **Feature Type**, deverá ser escolhido o formato (linha, ponto, polígono, etc.); e, **Spatial Reference**, corresponde à seleção do sistema de projeção do plano de informação. Uma vez configurado o plano de informação, a tarefa é finalizada clicando-se em **OK**.

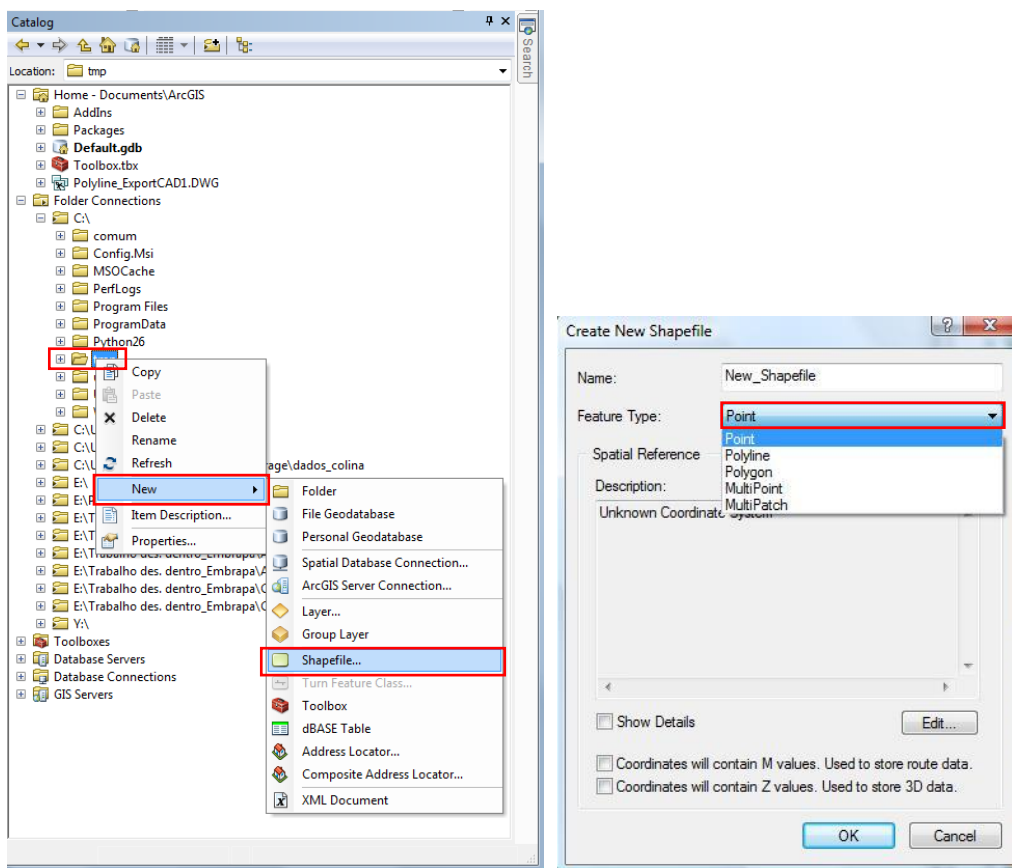


Figura 4. Interface do aplicativo ArcCatalog para criação dos planos de informação.

Curvas de nível e rede hidrográfica

Para a digitalização do *shapefile* das curvas de nível no aplicativo ArcMap, devem ser feitos os seguintes procedimentos: habilitar **Start Editing** > plano de informação desejado, neste exemplo, **curvas** > **Create Features** > **curvas** > **Construction Tools**. Deve ser selecionada a opção **line**. Esses procedimentos foram repetidos para as informações do *shapefile* da rede hidrográfica, pois ambas as informações são vetores do tipo linha (Figuras 5 e 6).

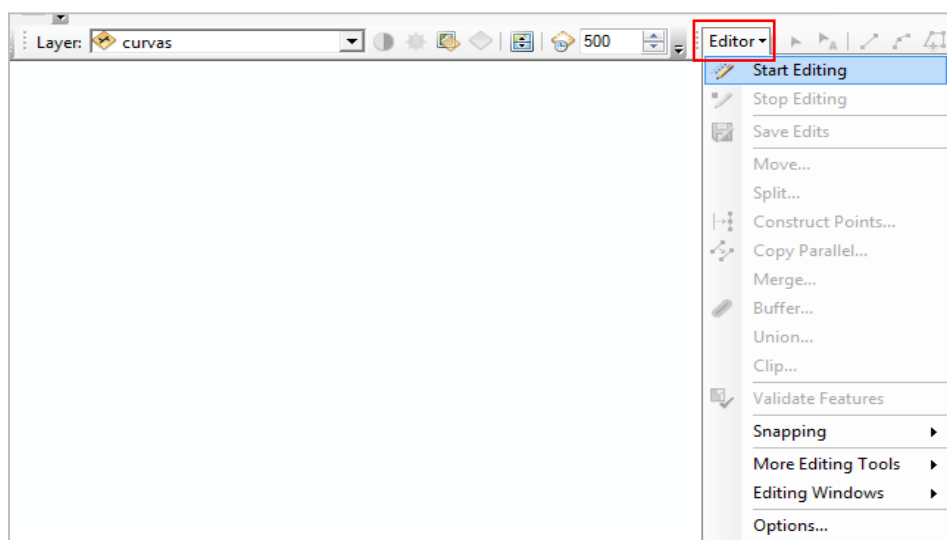


Figura 5. Habilitação da edição no aplicativo ArcMap.

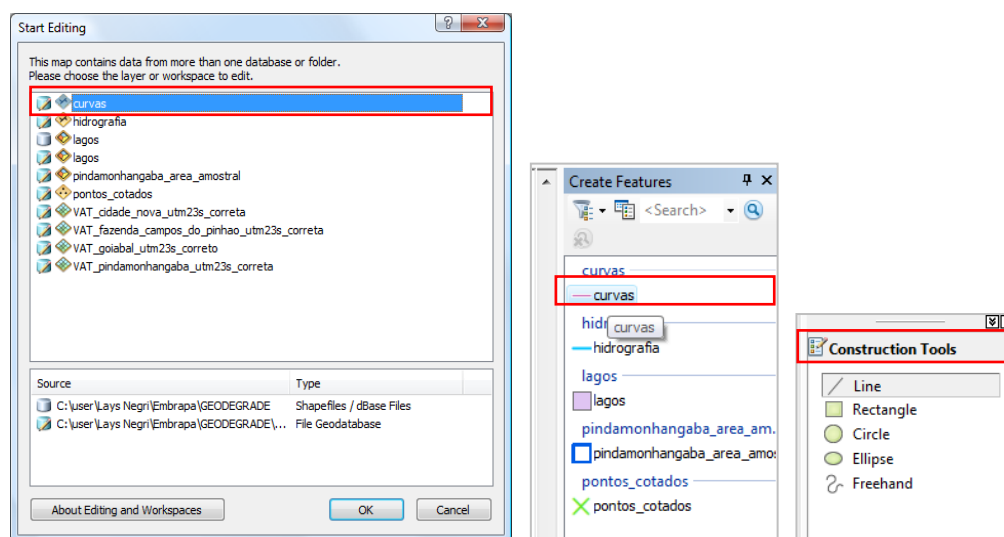


Figura 6. Edição do *shapefile* de curvas e hidrografia, do tipo Line, no aplicativo ArcMap.

Após ter habilitado o comando para a vetorização das curvas, deve-se clicar ponto a ponto na curva até o seu fim e, depois, preencher na tabela de atributos (Table) duas informações importantes: **ID**, identificador único, e **COTA**, ou altitude (Figuras 7 e 8).

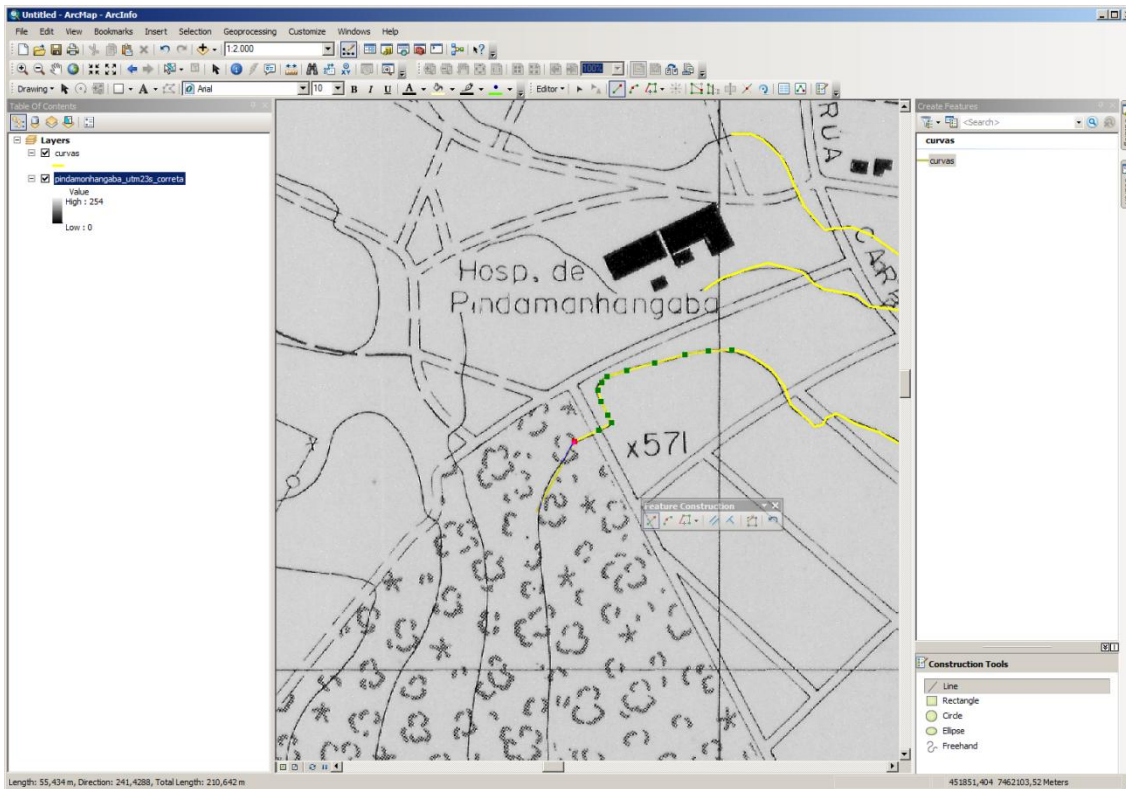


Figura 7. Vetorização das curvas de nível no aplicativo ArcMap.

OBJECTID *	Shape *	ID	COTA	Shape Length
242	Polyline	<Nul	550	448,335154
243	Polyline	<Nul	570	614,62855
244	Polyline	<Nul	575	463,699138
245	Polyline	<Nul	555	1097,239362
246	Polyline	<Nul	570	486,845234
247	Polyline	<Nul	565	1596,262265
248	Polyline	<Nul	575	1450,274927
249	Polyline	<Nul	570	689,511466
252	Polyline	<Nul	555	477,395337

Figura 8. Tabela de atributos das curvas de nível digitalizadas no aplicativo ArcMap.

Lagos e lagoas

Na digitalização do *shapefile* de lagos no aplicativo ArcMap, deve-se seguir o procedimento: **Start Editing** > selecionar o plano de informação desejado, neste exemplo, **lagos** > **Create Features** > **lagos** > **Construction Tools**. Deve ser selecionada a opção **Polygon**. As opções para digitalização de *shapefiles* do tipo Polygon são: Rectangle, Circle, Ellipse, Freehand e Auto Complete Polygon (Figura 9).

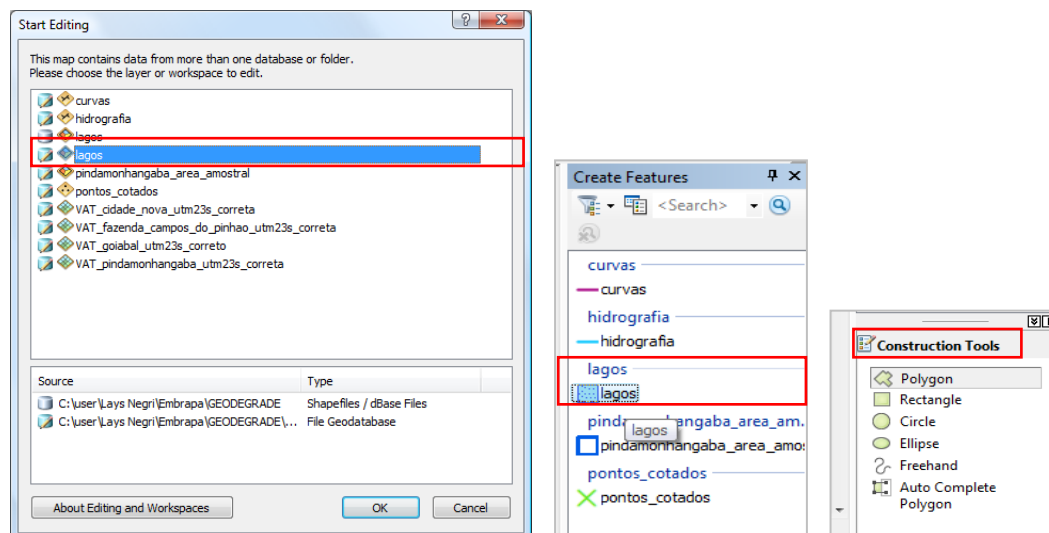


Figura 9. Edição do *shapefile* de curvas e hidrografia, do tipo Polygon, no aplicativo ArcMap.

Assim como nas informações das curvas de nível, deve-se clicar ponto a ponto nas extremidades do lago (Figura 10).

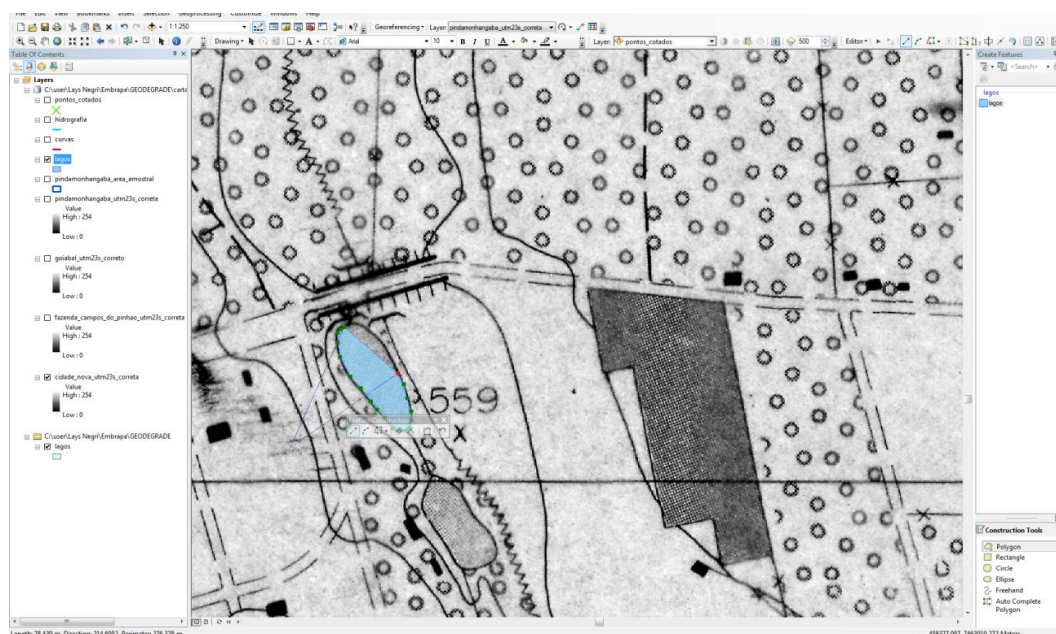


Figura 10. Digitalização dos lagos no aplicativo ArcMap.

Pontos cotados

Na digitalização do *shapefile* dos pontos cotados no aplicativo ArcMap, deve-se seguir o procedimento: habilitar **Start Editing** > selecionar a plano de informação desejado, neste exemplo, **pontos cotados** > **Create Features** > **pontos cotados** > **Construction Tools**. Deve ser selecionada a opção **point** (Figuras 11 e 12).

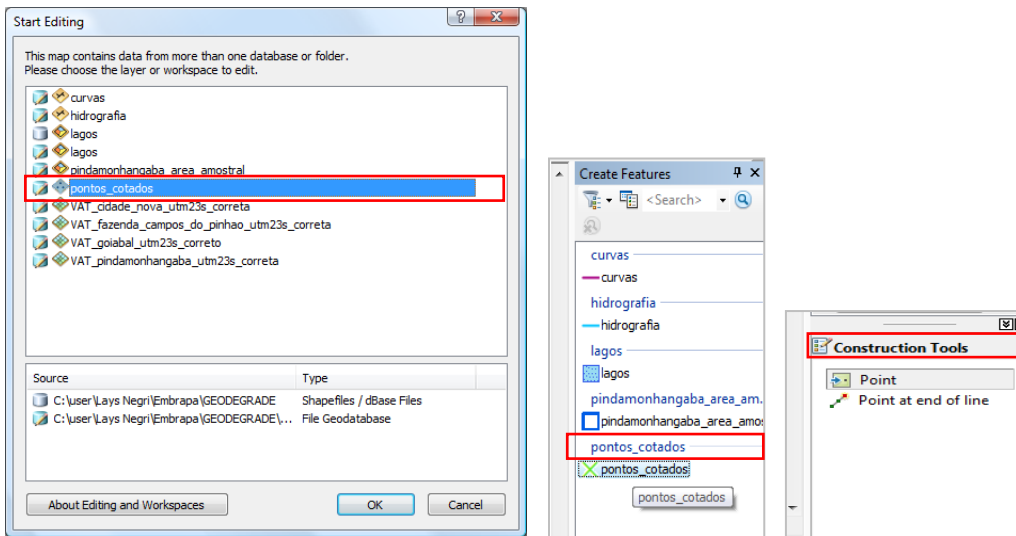


Figura 11. Digitalização do *shapefile* pontos cotados aplicativo ArcMap.

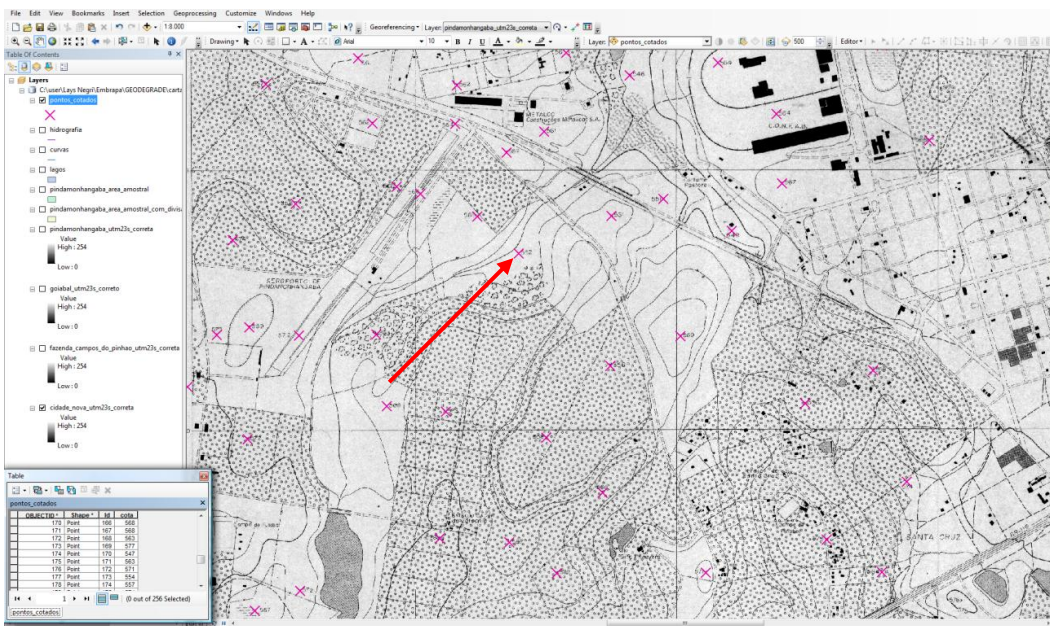
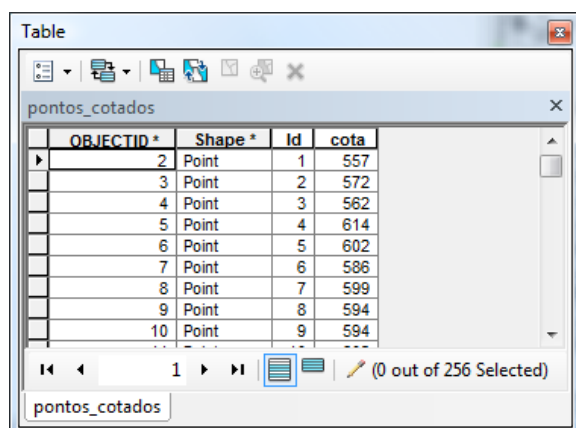


Figura 12. Digitalização dos pontos no aplicativo ArcMap.

Após a digitalização dos pontos cotados, é de fundamental importância inserir os valores de altitude (Figura 13). Esta etapa deve ser realizada de forma semelhante à da inserção dos valores de altimetria das curvas de nível.

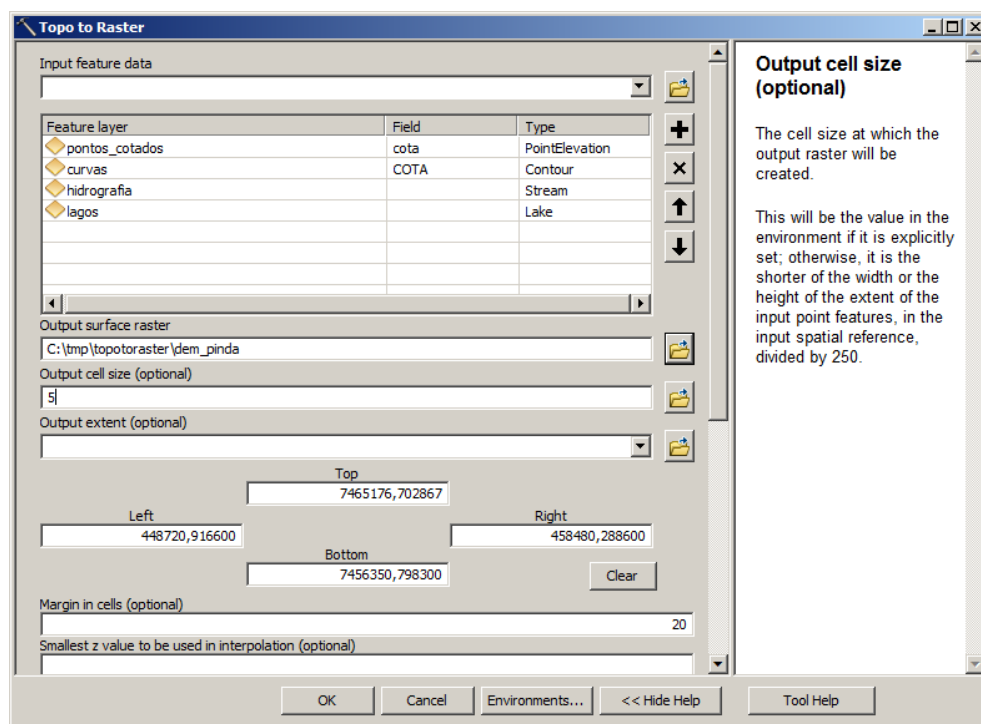


OBJECTID	Shape	Id	cota
2	Point	1	557
3	Point	2	572
4	Point	3	562
5	Point	4	614
6	Point	5	602
7	Point	6	586
8	Point	7	599
9	Point	8	594
10	Point	9	594

Figura 13. Tabela de atributos Table dos pontos cotados.

Modelo digital de elevação (MDE)

Os dados digitalizados serão os dados de entrada para a geração do MDE. No aplicativo ArcMap, deve-se procurar pela ferramenta **Topo to Raster** (Figura 14). Cada *shapefile* deve ser inserido e classificado de acordo com suas informações. Na coluna **Type**, deve ser indicado se a informação é do tipo ponto cotado *point elevation*, curva de nível *contour*, rede hidrográfica *stream* ou lagos *lake*. Os pontos cotados e as curvas de nível têm informações de altimetria, e a coluna da tabela de atributos que contém essa informação deve ser indicada no campo **Field**, neste caso, a coluna **COTA**. Deve-se selecionar o local onde será criado o MDE no campo **Output Surface Raster**.



Feature layer	Field	Type
pontos_cotados	cota	PointElevation
curvas	COTA	Contour
hidrografia		Stream
lagos		Lake

Output surface raster: C:\tmp\topotoraster\dem_pinda

Output cell size (optional): 5

Output extent (optional): Top

Left: 448720,916600 | Right: 458480,288600

Bottom: 7456350,798300 | Top: 7465176,702867

Margin in cells (optional): 20

Smallest z value to be used in interpolation (optional):

Output cell size (optional): The cell size at which the output raster will be created. This will be the value in the environment if it is explicitly set; otherwise, it is the shorter of the width or the height of the extent of the input point features, in the input spatial reference, divided by 250.

Figura 14. Ferramenta Topo to Raster, para geração do modelo digital de elevação no aplicativo ArcMap.

Declividade

A partir do MDE, outras informações podem ser geradas, entre elas a declividade do terreno (*slope*). Na ferramenta **Search**, procure pela ferramenta **Slope** (Figura 15). A interface desta ferramenta solicita que seja indicado o MDE no campo **Input Raster**. Em **Output Raster**, deve ser indicado o diretório onde a informação será gerada e, por fim, no campo **Output Measurement**, deve ser indicado se a informação gerada será em graus ou em porcentagem.

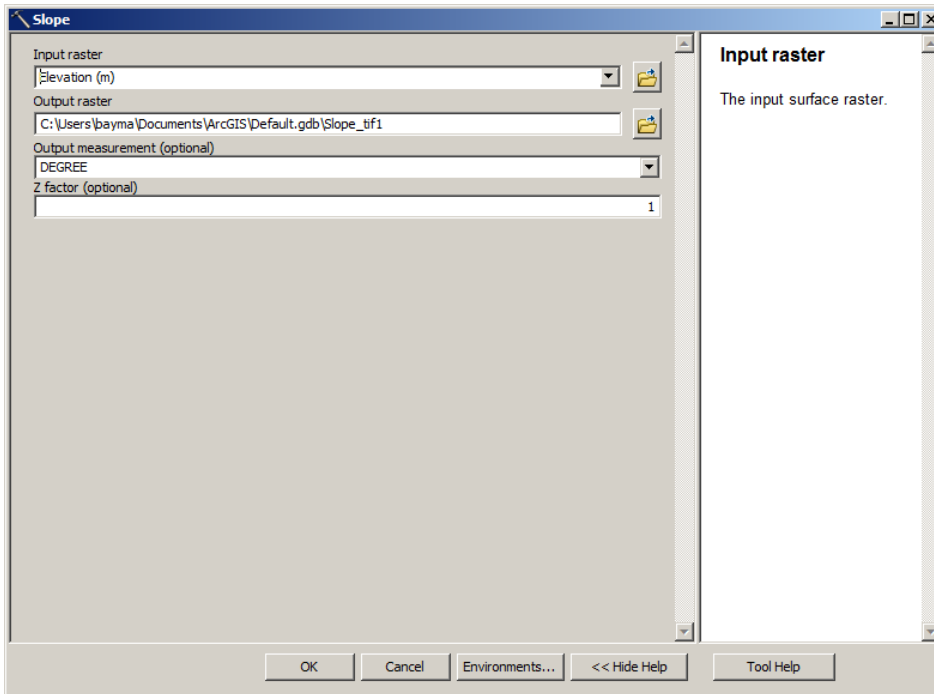


Figura 15. Ferramenta Slope, utilizada para gerar a declividade a partir do MDE gerado.

As etapas do processo descrito neste trabalho podem ser observadas no fluxograma da Figura 16.

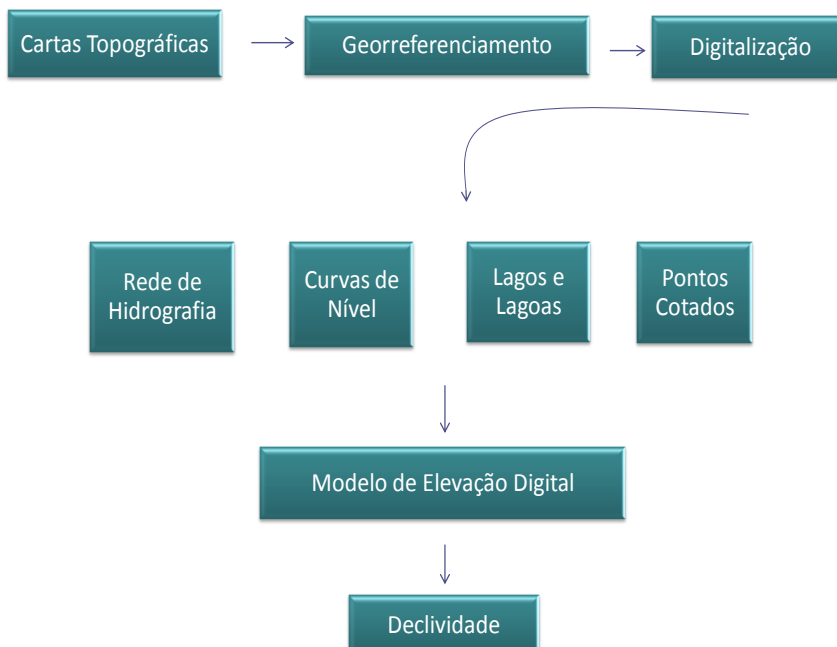


Figura 16. Fluxograma metodológico das etapas para geração da declividade da área de estudo.

Resultados

A partir das cartas topográficas da área de estudo foi possível extrair os planos de informação, que podem ser observados na Figura 17.

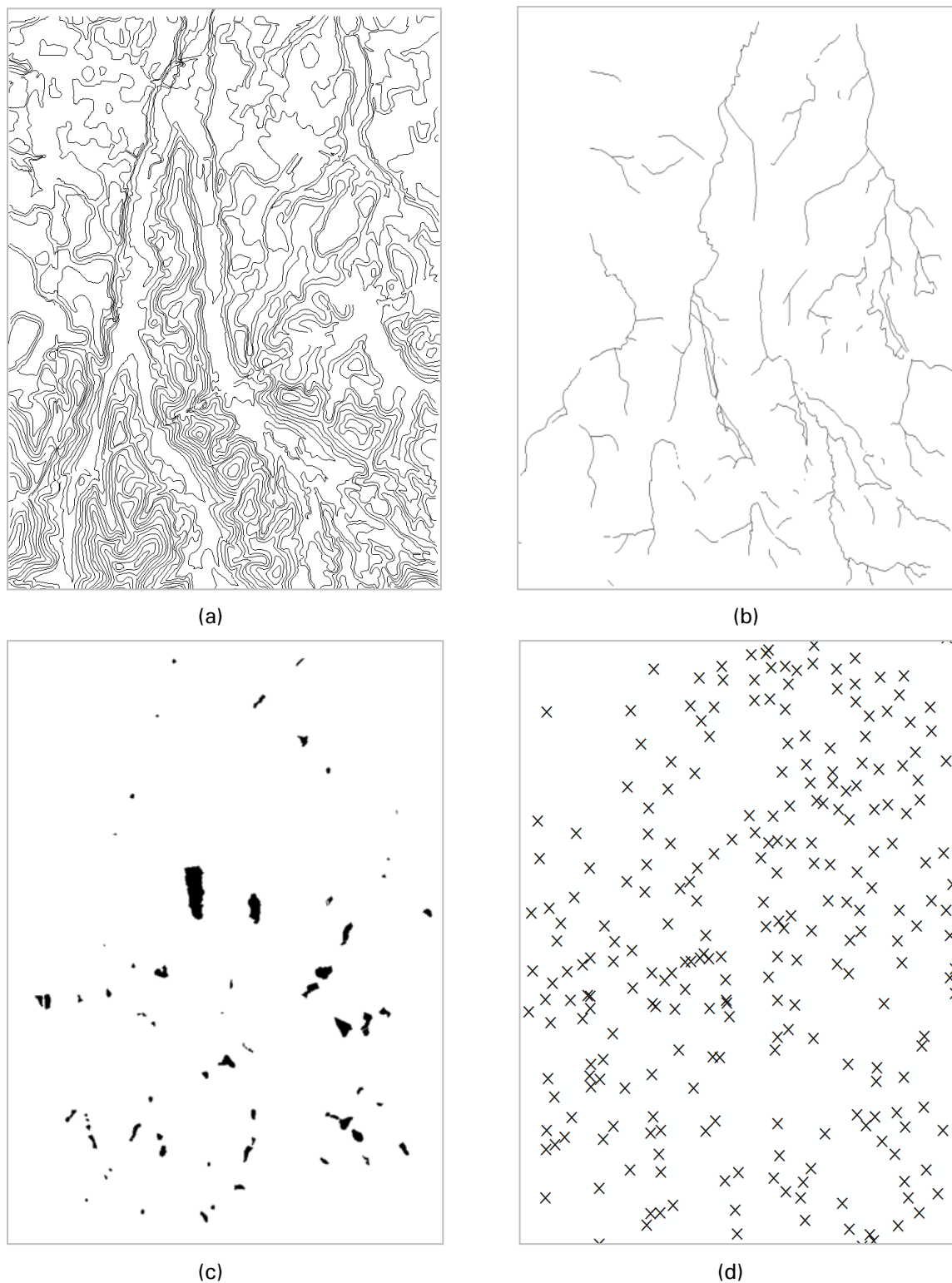


Figura 17. Resultados obtidos a partir da digitalização das cartas topográficas em: a) curvas de nível, b) hidrografia, c) lagos e lagoas e d) pontos cotados.

O MDE da área de estudo, a partir dos quatro *shapefiles* gerados por meio da digitalização das cartas topográficas, pode ser observado na Figura 18 a. A Figura 18 b ilustra a declividade do terreno, com as classes de declividade utilizada pela Embrapa (1999), onde: 0° a 3°, plano; 3° a 8°, suave ondulado; 8° a 20°, ondulado; e 20° a 45°, forte ondulado.

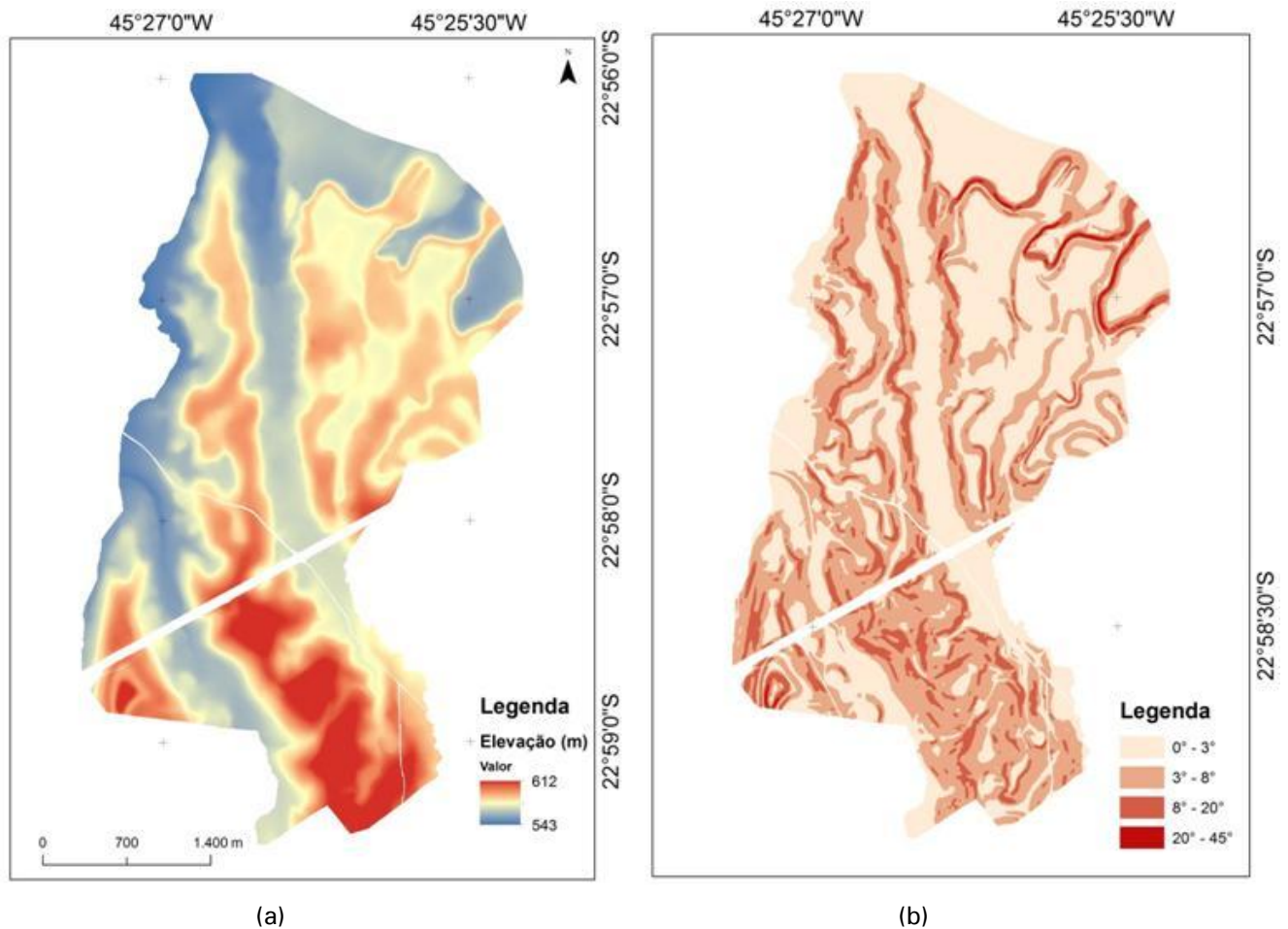


Figura 18. a) Modelo digital de elevação da área de estudo, b) mapa de classes de declividade da área de estudo.

Considerações finais

Ainda hoje, diversas informações do espaço geográfico, como mapas, cartas e similares, encontram-se em formato analógico. Esses documentos, ao serem transformados em dados digitais, permitem que as suas informações façam parte de um banco de dados, que, por sua vez, pode pertencer a um SIG. Além disso, podem servir também como dados de entrada para que novas informações sejam geradas.

As técnicas de geoprocessamento utilizadas neste trabalho possibilitaram gerar o MDE e as classes de declividades da Sede do PRDTA do Vale do Paraíba, em Pindamonhangaba, SP. As informações contidas nesses mapas serão combinadas a outras informações (tipo de solo, uso e cobertura da terra, clima, etc.) e possibilitarão a criação de um mapa de perda de solo que contribuirá para o entendimento dos processos de degradação de pastagens na região.

Referências

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas**: aplicações na agricultura. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CPAC, 1998. 434 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Serviço de Produção de Informação, 1999. 412 p.

PONTES, P. P. B.; ROCHA, J. V.; LAMPARELLI, R. A. C. Análise temporal de índices de vegetação como subsídio à previsão de safras de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia, 2005. p. 217-224.

SÁ, I. B. Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas para o estudo da cobertura vegetal. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 27., 2004, Petrolina. **Anais...** Petrolina: SBB; Embrapa Semi-Árido; UNEB, 2004. p. 15-20.

Circular Técnica, 20

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Monitoramento por Satélite
Endereço: Av. Soldado Passarinho, 303
Fazenda Chapadão, CEP 13070-115 Campinas, SP
Fone: (19) 3211-6200
Fax: (19) 3211-6222
E-mail: sac@cnpm.embrapa.br
www.cnpm.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2012): versão on-line



Comitê de publicações

Presidente: Cristina Criscuolo
Secretária: Bibiana Teixeira de Almeida
Membros: Daniel Gomes dos Santos Wendriner
Loebmann, Fabio Enrique Torresan, Janice Freitas
Leivas, Ricardo Guimarães Andrade, Shirley Soares
da Silva e Vera Viana dos Santos

Expediente

Supervisão Editorial: Cristina Criscuolo
Revisão de texto: Bibiana Teixeira de Almeida
Normalização bibliográfica: Vera Viana dos Santos
Diagramação eletrônica: Shirley Soares da Silva